

明細書

発明の名称

光学装置及びその光学装置を用いた撮像装置

この出願は、２００２年７月３１日、２００２年８月５日及び２００２年８月２９日に日本で出願された特願２００２－２２２３２８号、特願２００２－２２６９０６号及び特願２００２－２４９９１１号の恩恵を要求し、その内容が、この指示によって結合されている。

発明の背景

この発明は、可変形状ミラーなどの光学特性可変光学素子を用いた光学装置及びその光学装置を利用した撮像装置に関する。

一般に、銀塩カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像機器や表示機器、更には顕微鏡、電子内視鏡では、その光学系が機器全体のサイズや性能を左右することが多い。そこで、撮像機器や表示機器に限らず、上記各機器の性能の向上、特に小型化・低消費電力の性能を向上させるために、光学系に対しては、小型化・低消費電力化させることが常に要請されている。特に、デジタル系撮像機器である、デジタルカメラや携帯電話のカメラユニットの分野では、その要請が強い。

従来、上記各機器における光学系において、オートフォーカス機能やズーム機能をもつものがあるが、これらの機能はレンズをモータで駆動することにより達成させている。

このようなレンズをモータで駆動する光学系の小型化・低消費電力化を図る手段として、可変形状ミラーが、例えば特開平１１－３１７８９４号公報に提案されている。この可変形状ミラーは、反射面を構成する薄膜と、この薄膜に対向し

て配置した電極とで構成されている。そして、薄膜と電極との間に電圧を印加し、静電気力によって、反射面を構成する薄膜の湾曲形状を変化させ、その焦点距離を調整できるようになっている。そして、この可変形状ミラーは、従来のモータ駆動の光学系に比較して、小型で且つ低消費電力であり、またモータ駆動音や伝達系での騒音を発生させないという特徴をもつものである。

また、特開 2000-267010 号公報には、これまでのような硝子製やプラスチック製の光学部品とは異なり、特殊な構成をしていて、電氣的な制御によって光学特性の変化する、上記可変形状ミラーと共に可変焦点レンズ、可変プリズムなどの光学特性可変光学素子が開示されている。

発明の要約

本発明は、可変形状ミラーの特徴を有効に利用した光学装置、及びその光学装置を用いて小型化を図った撮像装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、可変形状ミラー、可変焦点レンズなどの光学特性可変光学素子を備えていて、オートフォーカスと並行して他の機能を好適に働かせることを可能にした、消費電力が少なく且つ小型・軽量の光学装置、及びその光学装置を用いた撮像装置を提供することを目的とする。

本発明の第 1 のアスペクトは、入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることができる可変形状ミラーユニットと、入射光を内部に導くレンズとを備え、該レンズには、前記可変形状ミラーユニットを保持するミラー保持部を形成して光学装置を構成することを特徴とするものである。

。

そして、この第 1 のアスペクトに係る光学装置においては、前記レンズを通過した光を光電変換する撮像素子を備え、前記レンズには、更に前記撮像素子を保持する撮像素子保持部が形成されている構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記レンズは、少なくとも一部に自由曲面が形成されたプリズムである構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記可変形状ミラーユニットは、その反射面が外部から遮蔽されるように、前記レンズに保持されている構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記レンズ及び該レンズに保持された前記可変形状ミラーユニットを内部に保護するケースを備え、前記レンズには、前記ケースとの当接部が形成されている構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記レンズには、当該光学装置を適用する撮像装置に取り付けるための取付け部が形成されている構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記可変形状ミラーユニットは、前記反射面の形状によって入射光の合焦位置を調整する構成を採用することができる。

また、第1のAspectに係る光学装置においては、前記可変形状ミラーユニットは、前記反射面の形状によってズーム比を調整する構成を採用することができる。

本発明の第2のAspectは、撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第1及び第2の可変形状ミラーと、対向する2つの面を光学面とする自由曲面プリズムと、前記第1及び第2の可変形状ミラーと自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、撮像装置本体前面側より入射した光を反射する前記第

1 の可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体後面側に向いた第 1 の光学面に設け、前記第 1 の可変形状ミラーによる反射光を更に反射する前記第 2 の可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体前面側に向いた第 2 の光学面に設け、前記第 2 の可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記自由曲面プリズムの第 1 の光学面に、前記第 1 の可変形状ミラーに対して上下方向に並置させて設けたことを特徴とするものである。

また、この第 2 のアスペクトに係る撮像装置においては、少なくとも前記第 1 又は第 2 の可変形状ミラーのいずれかが、その反射面の外周縁を含む平面が当該撮像装置本体底面に対して略垂直になるように、設けられている構成を採用することができる。

また、第 2 のアスペクトに係る撮像装置においては、前記撮像素子の撮像面が、当該撮像装置本体底面に対して垂直方向寄りに傾斜させて配置されている構成を採用することができる。

また、第 2 のアスペクトに係る撮像装置においては、前記撮像素子と前記撮像装置本体後面外装との間に、電気基板を設けた構成を採用することができる。

また、第 2 のアスペクトに係る撮像装置においては、少なくとも前記第 1 又は第 2 の可変形状ミラーの駆動用回路が設けられた電気基板を、前記自由曲面プリズムの光学面が形成されていない面側に備えた構成を採用することができる。

本発明の第 3 のアスペクトは、撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、前記光学装置は、反射面の形状を通電によって変形させることができる可変形状ミラーと、対向する 2 つの面が光学面である自由曲面プリズムと、前記可変形状ミラー及び自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、撮像装置本体前面側より入射した光を反射する前記可変形状ミラーは、前記自由

曲面プリズムの光学面のうち前記撮像装置本体後面側に向いた第１の光学面に設け、前記可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体前面側に向いた第２の光学面に設けたことを特徴とするものである。

また、この第３のアスペクトに係る撮像装置においては、前記撮像素子の撮像面が、当該撮像装置本体底面に対してほぼ垂直となるように配置されている構成を採用することができる。

本発明の第４のアスペクトは、撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第１及び第２の可変形状ミラーと、レンズと、前記第１及び第２の可変形状ミラーとレンズによって結像された光を光電変換する撮像素子とを備え、前記第１の可変形状ミラーによって、撮像装置本体前面側より入射した光は略直角方向に反射させられ、前記第１の可変形状ミラーによる前記反射光は更に前記第２の可変形状ミラーによって前記撮像装置本体後面側に反射させられるように構成し、且つ、前記第２の可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体後面側になるような位置に設けたことを特徴とするものである。

本発明の第５のアスペクトは、撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第１及び第２の可変形状ミラーと、レンズと、前記第１及び第２の可変形状ミラーとレンズによって結像された光を光電変換する撮像素子とを備え、前記第１の可変形状ミラーによって、撮像装置本体前面側より入射した光は略直角方向に反射させられ、前記第１の可変形状ミラーによる前記反射光は更に前記第２の可変形状ミラーによって前記撮像装置本体の前面側に反射させられるように構成し、且つ、前記第２の可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体前面側になるような位置に設けたことを特徴とするものである。

また、この第５のアスペクトに係る撮像装置においては、前記撮像素子の撮像

面が、当該撮像装置本体底面に対して略垂直となるように配置されている構成を採用することができる。

また、上記第 4 及び第 5 のアспектに係る撮像装置においては、前記第 1 及び第 2 の可変形状ミラー間の光路中に前記レンズを設けた構成を採用することができる。

本発明の第 6 のアспектは、撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第 1 及び第 2 の可変形状ミラーと、対向する 2 つの面を光学面とする自由曲面プリズムと、前記第 1 及び第 2 の可変形状ミラーと自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、前記第 1 の可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体後面側に向いた第 1 の光学面に、撮像装置本体前面側より入射した光を反射するように配置し、前記第 2 の可変形状ミラーは、前記第 1 の光学面に、前記第 1 の可変形状ミラーで反射されてから更に前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体前面側に向いた第 2 の光学面で反射された光を、撮像装置本体前面方向に反射するように配置し、前記撮像素子は、前記第 2 の光学面に、前記第 2 の可変形状ミラーで反射された反射光を受光するように配置したことを特徴とするものである。

また、上記第 2，第 3，第 4，第 5，及び第 6 のアспектに係る撮像装置においては、前記光学装置に対する入射光軸と撮像素子に対する入射光軸を含む平面が、当該撮像装置本体の底面に垂直となるように、前記光学装置が配置されている構成を採用することができる。

また、上記第 2，第 3，第 4，第 5，及び第 6 のアспектに係る撮像装置においては、前記光学装置に対する入射光軸と撮像素子に対する入射光軸を含む平面が、当該撮像装置本体の底面に平行となるように、前記光学装置が配置されている構成を採用することができる。

また、上記第 2，第 3，第 4，第 5，及び第 6 のアスペクトに係る撮像装置においては、前記可変形状ミラーは、前記反射面の形状によって合焦位置を調整する構成を採用することができる。

また、上記第 2，第 4，第 5，及び第 6 のアスペクトに係る撮像装置においては、前記可変形状ミラーは、前記反射面の形状によって光学倍率を調整する構成を採用することができる。

本発明の第 7 のアスペクトは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、ズームレンズと、前記光学特性可変光学素子とズームレンズを通過した入射光を光電変換する撮像素子とを備え、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整と、ズームレンズによるズーム調整とを同時に行うようにして撮像装置を構成するものである。

また、この第 7 のアスペクトに係る撮像装置においては、動画撮影時に、前記合焦位置の調整とズーム調整とを同時に行う構成を採用することができる。

また、第 7 のアスペクトに係る撮像装置においては、静止画撮影時に、前記合焦位置の調整とズーム調整とを同時に行う構成を採用することができる。

本発明の第 8 のアスペクトは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、音声を電気信号に変換するマイクロホンと、前記撮像素子からの撮像信号と前記マイクロホンからの音声信号とを記録する記録部とを備え、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整あるいはズーム調整を行いながら、音声入りの撮影を行うように撮像装置を構成するものである。

また、この第 8 のアスペクトに係る撮像装置においては、前記音声入りの撮影は、音声入りの動画撮影である構成を採用することができる。

また、この第8のAspectに係る撮像装置においては、前記音声入りの撮影は、音声入りの静止画撮影である構成を採用することができる。

本発明の第9のAspectは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、該撮像素子から得られた撮像信号を画像として表示する表示装置とを備え、該表示装置に撮影画像を表示しながら、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整を行うようにして撮像装置を構成するものである。

本発明の第10のAspectは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、該撮像素子から得られた撮像信号を画像として表示する表示装置とを備え、該表示装置に撮影画像を表示中に、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整を行わない場合は、前記光学特性可変光学素子を無限遠あるいは遠方にピントが合うように設定して撮像装置を構成するものである。

本発明の第11のAspectは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子を備え、該光学特性可変光学素子により入射光の合焦位置の調整を行うようにした光学装置において、マクロモードへの切り換えを行わずに、通常撮影からマクロ撮影まで行えるようにしたことを特徴とするものである。

本発明の第12のAspectは、通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子に通電を行うための充電式の電池を備えた光学装置において、前記充電式電池は、前記光学装置の装置本体内に、該装置本体と一体化されて配置されていることを特徴とするものである。

また、この第12のAspectに係る光学装置においては、前記光学装置の装置本体の外面に、前記充電式電池の充電用接点を備えている構成を採用することができる。

また、第12のAspectに係る光学装置においては、装置本体内に一体化されて配置されている充電式電池は、ユーザが交換できないように配置されている構成を採用することができる。

また、上記第7～第10のAspectに係る撮像装置においては、前記光学特性可変光学素子は、可変焦点レンズであることが好ましい。

また、上記第11及び第12のAspectに係る光学装置においては、前記光学特性可変光学素子は、可変焦点レンズであることが好ましい。

また、第7～第10のAspectに係る撮像装置においては、前記光学特性可変光学素子は、入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることの可能な可変形状ミラーであることが好ましい。

また、第11及び第12のAspectに係る光学装置においては、前記光学特性可変光学素子は、入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることの可能な可変形状ミラーであることが好ましい。

図面の簡単な説明

図1 A～1 Dは、本発明に係る光学装置の第1の実施の形態を示す概略構成図である。

図2 A及び2 Bは、図1 A～1 Dに示した第1の実施の形態における可変形状ミラーの詳細な構成を示す図である。

図3は、図2 A及び2 Bに示した可変形状ミラーの印加電圧に対するミラー本体の湾曲特性の一例を示す図である。

図4 A及び4 Bは、本発明の第2の実施の形態を示す概略構成図である。

図5 A及び5 Bは、図4 A及び4 Bに示した第2の実施の形態における自由曲面プリズムの構成を示す斜視図である。

図6 A～6 Cは、本発明の第3の実施の形態を示す図である。

図7は、図6A～6Cに示した第3の実施の形態におけるレンズユニット部分の構成を示す拡大斜視図である。

図8A～8Dは、図6A～6Cに示した第3の実施の形態の変形例を示す図である。

図9A～9Dは、本発明の第4の実施の形態を示す図である。

図10A～10Dは、図9A～9Dに示した第4の実施の形態の変形例を示す図である。

図11A～11Dは、本発明の第5の実施の形態を示す図である。

図12は、図11A～11Dに示した第5の実施の形態におけるレンズユニット部分を分解して示す拡大斜視図である。

図13A～13Dは、図11A～11Dに示した第5の実施の形態の変形例を示す図である。

図14A～14Dは、本発明の第6の実施の形態を示す図である。

図15は、本発明の第7の実施の形態を示す図である。

図16は、本発明の第8の実施の形態を示す構成図である。

図17は、図16に示したルックアップテーブルの具体例を示す図である。

図18A及び18Bは、図16に示した第8の実施の形態におけるズーム制御及びオートフォーカス制御の動作を説明するためのフローチャートである。

図19は、図16に示した第8の実施の形態における可変形状ミラーの駆動回路の電源の構成例を示す図である。

図20は、図16に示した第8の実施の形態における動画撮影時の動作を説明するためのフローチャートである。

図21は、図16に示した第8の実施の形態における表示装置の動作時の態様を示すフローチャートである。

図22は、可変焦点レンズの構成を示す概略図である。

図23は、図22に示した可変焦点レンズの印加電圧を上昇させた場合の態様を示す図である。

図24は、可変焦点レンズを用いた可変焦点ミラーを示す概略図である。

図25は、可変焦点レンズを用いたデジタルカメラ用の撮像光学系を示す構成図

である。

図26は、圧電効果材料を用いた可変形状ミラーの構成を示す概略図である。

図27は、電磁駆動型の可変形状ミラーの構成を示す概略図である。

実施例

次に、実施の形態について説明する。図1 A～1 Dは、本発明に係る光学装置の第1の実施の形態を示す概略構成図で、図1 Aは上面図、図1 Bは正面図、図1 Cは側面外観図、図1 Dは側面断面図である。この実施の形態は、本発明に係る光学装置を撮像素子の光学系に適用したもので、図に示すように、内部部材を保護するための鏡枠としての機能をもつ前ケース1と後ケース2とを備え、前ケース1にはレンズ開口部1 aを有しており、前ケース1と後ケース2とはネジ3等により適宜相互に結合されている。そして、結合された両ケース1, 2内には、自由曲面プリズム4が、その外周縁に設けた段部4 aを前ケース1に形成した内側段部1 bに係合させて、保持されている。

上記自由曲面プリズム4には、5つの自由曲面（光学面）を備えている。すなわち前面上部に第1の光学面5、背面上部に第2の光学面6、前面中央部に第3の光学面7、背面下部に第4の光学面8、前面下部に第5の光学面9が、それぞれ形成されている。そして、第1の光学面5には、間隔をおいて対向させた状態で、第1のレンズ（凹レンズ）10が、第1の光学面5の外縁部に自由曲面プリズム4と一体的に突出形成されているレンズ受け11により取り付けられている。また、この第1のレンズ10は、前ケース1のレンズ開口部1 aに表出するように配置されている。

また、自由曲面プリズム4の第4の光学面8には、間隔をおいて対向させた状態で、可変形状ミラー12が、同様に第4の光学面8の外縁部に自由曲面プリズム4と一体的に突出形成されているミラー受け13により、可変形状ミラー12のミラー本体面が外部より遮蔽されるように取り付けられている。更に、自由曲面プリズム4の第5の光学面9には、間隔をおいて対向させて、第2のレンズ（凸レン

ズ) 14が、同様に第5の光学面9の外縁部に自由曲面プリズム4と一体的に突出形成されているレンズ受け15により取り付けられている。更にまた、前記レンズ受け15の突出延長部には、撮像素子受け15aが一体的に形成されていて、この撮像素子受け15aには、第2のレンズ14と間隔をおいて対向させた状態で、撮像素子16が取り付け配置されている。

次に、自由曲面プリズム4の第4の光学面8に対向配置している可変形状ミラーの詳細な構成を、図2A及び2Bに基づいて説明する。図2Aは平面図で、図2Bは図2AのX-X'線に沿った矢視断面図である。可変形状ミラー12は、図2A及び2Bに示すように、円盤型の基板12aの一側面上にリング状支持壁12bを突設し、このリング状支持壁12bで囲まれた領域内に、三つの周辺電極A, B, Cと一つの中心電極Dとからなる固定電極を配設すると共に、リング状支持壁12bの開口端にミラー本体12cの周辺部を接合固定して構成されている。なお、固定電極のパターンは、図示のものに限らず、種々の形態のものが適用可能である。

三つの周辺電極A, B, Cは、それぞれ略120°の角度範囲毎に配設された円弧状をなす電極板からなっている。また中心電極Dは、上記三つの周辺電極A, B, Cの中心部に存在する円形領域内に配設された円板状の電極板からなっている。ミラー本体12cは、例えばポリイミド樹脂で形成された円盤状ディスクの外側面に、可動電極と反射部材(ミラー面)とを兼ねたアルミニウムを被着して構成されている。また、ミラー本体の形状は、円形に限らず楕円形でもよい。

このように構成されている可変形状ミラー12は、前記固定電極(A~D)と可動電極(ミラー本体12c)との間に所定の電圧が印加されると、その静電気力によって、反射面(ミラー本体12c)の湾曲形状が可変制御されるようになっている。因みに各電極A~Dに共通に印加する同一レベルの電圧を漸次増大させた場合、ミラー本体12cは印加電圧の増大に伴って強まる静電気力によって、次第にその湾曲度が大きくなる。

図3は、印加電圧に対する湾曲特性の具体的な一例を示している。図3に示すように、印加電圧の増大に伴ってミラー本体12cの曲率半径は漸次小さくなり、ピントの合う被写体距離が漸次短くなる。例えば印加電圧を60Vにすると、ミラー本体12cの曲率半径は324mmとなり、ピントの合う被写体距離は50cmとなる。

次に、このような構成の可変形状ミラー12を用いた本実施の形態の動作について説明する。前ケース1のレンズ開口部1aを介して第1のレンズ10に入射した軸上光線17は、自由曲面プリズム4の第1の光学面5を通過して第2の光学面6に到達して反射される。そして、その反射光は更に第3の光学面7に到達して再び反射される。この第3の光学面7からの反射光は第4の光学面8に向けて出射され、そして第4の光学面8を通過し可変形状ミラー12のミラー本体12cのミラー面に到達して反射される。この反射光は、再び第4の光学面8を通過して、更に第5の光学面9及び第2のレンズ14を通過して撮像素子16に入射する。この際、可変形状ミラー12への印加電圧を調整して、その曲率半径を変え、被写体距離の調整を行って、撮像素子16にピントを合わせて結像させるようにする。

このように、可変形状ミラー12と複数個の光学面をもつ自由曲面プリズム4と通常のレンズを組み合わせることで光学系を構成することにより、光学系ひいては光学装置の小型化を図れると共に、可変形状ミラーへの印加電圧の調整により、撮像素子16へのピント調整を、駆動音等を発生させずに且つ低消費電力で容易に実行することが可能となる。

次に、第2の実施の形態を、図4A及び4Bに基づいて説明する。図4Aは、第2の実施の形態の前カバーを、一部を残して除いた状態の概略正面図で、図4Bは側面断面図である。この実施の形態は、第1の実施の形態と同様な構成の、自由曲面プリズムに可変形状ミラーと通常のレンズと撮像素子とを組み合わせることで撮像素子用の光学系を、直接電子カメラ本体に取り付けるように構成したものである。

まず、図 5 A 及び 5 B の前面及び背面斜視図に示すように、第 1 ～第 5 の光学面 5, 6, 7, 8, 9 と、第 1 及び第 2 のレンズ受け 11, 15 と、更に係合用凹部 4 b 及び係合用突出段部 4 c を形成した自由曲面プリズム 4 を用い、第 1 の実施の形態と同様に、第 1 及び第 2 のレンズ 10, 14 と可変形状ミラー 12 と撮像素子 16 とを、それぞれ受けを介して取り付け、撮像素子用の光学系 20 を構成する。

そして、この光学系 20 を前カバー 21 と後カバー 22 とからなる電子カメラの本体内に配置する。そして、前カバー 21 の内側に一体的に突出形成した上部つめ部 23 と、同じく一体的に突出形成した 2 つの下部つめ部 24 a, 24 b とに対して、前記光学系 20 を構成する自由曲面プリズム 4 に形成した係合用凹部 4 b と係合用突出段部 4 c を係合させて、該光学系 20 を直接カメラ本体に取着する。なお、図 4 A 及び 4 B において、25 はカメラ本体内に配設されている光学ファインダ、26 は同じくカメラ本体内に配設されているフラッシュ機構、27 はカメラ本体内に収納されている電池である。

このように構成することにより、可変形状ミラー等を保持した自由曲面プリズムからなる小型化された光学系を、カメラ本体を構成する前カバーに直接容易に位置決めして取り付けることができ、電子カメラの小型化を図ることができる。

なお、上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、自由曲面プリズムに対して一つの可変形状ミラーを組み合わせて、印加電圧による可変形状ミラーのミラー本体の調整でフォーカス調整を行うようにしたものを示した。これに対し、次の実施の形態で述べるように、自由曲面プリズムに対して二つの可変形状ミラーを組み合わせ、印加電圧の調整で一方の可変形状ミラーのミラー面を平板状から凹形状に、他方の可変形状ミラーのミラー面を凹形状から平板状へ逆向きに変形調整することにより、光学系のズーム調整も行わせることが可能である。

また、上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、可変形状ミラーとして静電気力により駆動されるものを示してきたが、可変形状ミラーとしては静電気力により駆

動されるものの他、後で詳述する磁石と反射変形面に流す電流で生ずる電磁気力で駆動するもの、反射変形面に圧電材料を用いて圧電効果により変形させるもの等を用いてもよい。また、これまで本発明に係る光学装置を撮像装置の光学系として用いた場合を述べてきたが、これに限らずファインダーや投影装置等の他の光学装置の光学系に対しても、同様の構成を適用できるものである。

次に、第3の実施の形態について説明する。この実施の形態は、本発明に係る光学装置を撮像装置としてのデジタルカメラに適用したものである。図6Aは上面断面図、図6Bは正面断面図、図6Cは図6BのX-X'線に沿った側面断面図である。図6A～6Cにおいて、101は装置本体で、該装置本体101の外装内にはレンズユニット102が配置されており、該レンズユニット102にはレンズカバー103を備えている。そして、レンズカバー103内に配置した自由曲面プリズム104と、該自由曲面プリズム104の背面上部レンズ面（装置本体後面側に向いた第1の光学面の上部）に対向して配置した第1の変形状ミラー105と、同じく自由曲面プリズム104の前面下部レンズ面（装置本体前面側に向いた第2の光学面）に対向して配置した第2の変形状ミラー106と、同じく自由曲面プリズム104の背面下部レンズ面（装置本体後面側に向いた第1の光学面の下部）に対向して配置した光学フィルタ107を備えた撮像素子108とで、レンズユニット102が構成されている。そして、レンズユニット102は、レンズカバー103の側壁部に突出形成したフランジ103aを介して、ネジ109により装置本体101のボス部101aに取り付け固着されるようになっている。

上記レンズユニット102のレンズカバー103には、自由曲面プリズム104の前面上部レンズ面の対向部分に透明板103bが設けられており、更にこの透明板103bに対向する装置本体部分にも透明板101bが設けられている。また、レンズユニット102のレンズカバー103には、図7に示すように、第1の変形状ミラー105に接続された第1のミラーフレキシブル基板110を取り出すためのフレキシブル基板用開口103cと、第2の変形状ミラー106に接続された第2のミラーフレキシブル基板111を取り出すためのフレキシブル基板用スリット103dとを備えてい

る。第1及び第2のミラーフレキシブル基板110，111の他端は、同じくレンズカバー103の側面、つまり自由曲面プリズム104のレンズ面が形成されていない面側に配設されているミラー基板112に、それぞれ接続されるようになっている。なお、ミラー基板112には、可変形状ミラー駆動回路や温度補償センサが実装されている。

そして、装置本体101内の上部には、上面基板115が配置されている。この上面基板115には、リリース鉤116，操作スイッチ117，キセノン管を備えたストロボユニット118，マイクユニット119，ストロボコンデンサ120が取り付けられており、更にマイク回路やストロボ回路などが形成されている。

また、装置本体101内の背面側には背面基板121が配設されている。この背面基板121には、画像表示装置122，図示しないCPU、メモリ等が設けられており、更に撮像回路や画像処理回路等が形成されていて、該背面基板121には撮像素子108に接続されている撮像素子フレキシブル基板123の他端が接続されるようになっている。

更にまた、装置本体101内の底部には底面基板125が配設されている。この底面基板125には、DC電源入力端子やI/Fジャック（USB）などの入出力ジャックユニット126，記録媒体127接続用の媒体用コネクタ128が設けられており、更に媒体I/F回路や電源回路等が形成されていて、該底面基板125にはミラー基板112に接続されているミラー基板用フレキシブル基板129の他端が接続されるようになっている。なお、図6において、130は装置本体101内に収納されている電池で、131は電池収納・取り出し用電池蓋である。

なお、上記レンズユニット102のレンズカバー103に取り付けられている第1及び第2の可変形状ミラー105，106は、その反射面の外周縁を含む平面が装置本体101の底面に対してほぼ垂直になるように保持されている。また撮像素子108はその撮像面が装置本体101の底面に対して平行寄りではなく垂直方向寄りに

傾斜させ、すなわち底面に対して45°以上の傾きで傾斜させて取り付けられている。

次に、このように構成されている第3の実施の形態の光学系の概略的な動作について説明する。撮像装置本体101の透明板101bに入射した軸上入射光線135は、レンズユニット102の透明板103bを通過して自由曲面プリズム104の前面上部レンズ面に入射し、通過光は背面上部レンズ面を通過して第1の変形状ミラー105で反射される。その反射光は再び背面上部レンズ面に入射し、その通過光は前面下部レンズ面を通過して第2の変形状ミラー106で反射される。その反射光は再び前面下部レンズ面に入射し、その通過光は背面下部レンズ面を通過して光学フィルタ付きの撮像素子108へ入射し、光電変換される。撮像素子108で光電変換された撮像信号は、撮像回路や画像処理回路等で処理されて、画像表示装置122で表示されると共に、記録媒体127に記録されるようになっている。

この撮像動作の際、第1の変形状ミラー105への電圧印加を調整して反射ミラーの湾曲度を変えて、撮像素子108への合焦調整を行う。また第1及び第2の変形状ミラー105、106への電圧印加を調整して、それぞれ逆向きの調整、すなわち、一方の変形状ミラーの反射ミラーを平板状から凹形状に、他方の変形状ミラーの反射ミラーを凹形状から平板状へ逆向きに変形調整することにより、ズーム調整を行わせることができる。

このように構成した第3の実施の形態においては、2つの変形状ミラーと撮像素子とを、自由曲面プリズムの対向するレンズ面に分担させて配置するようにしているので、小型化された効率的なレイアウトの光学系を構成することができる。また変形状ミラーへの印加電圧の調整により、撮像素子への合焦調整とズーム調整を、駆動音等を発生させずに且つ低消費電力で容易に実行することができる。また、合焦調整及びズーム調整を無音で行うことができるので、マイクユニットを光学系に対して遮蔽させる必要はなく、接近させて配置することが可能である。

次に、第 3 の実施の形態の変形例を図 8 A～8 D に基づいて説明する。図 8 A は、変形例の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図 8 B は同じく装置本体の側面部分を除去して内部を示す側面図、図 8 C は図 8 A の Y-Y' 線に沿った上面断面図、図 8 D は図 8 A の X-X' 線に沿った上面断面図であり、図 6 A～6 C に示した第 3 の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

図 6 A～6 C に示した第 3 の実施の形態は、レンズカバー103 と自由曲面プリズム104 と第 1 及び第 2 の可変形状ミラー105 , 106 と光学フィルタ付き撮像素子108 とからなるレンズユニット102 を、装置本体101 内に縦方向に配置したものを示した。この変形例は、レンズユニット102 を装置本体101 内に横方向に配置し、撮像装置の高さ方向寸法を低減できるようにしたものである。その他の、この変形例が第 3 の実施の形態と異なる点は、光学ファインダユニット136 と三脚部137 とを新たに備え、入出力ジャックユニットを DC ジャック126a と I F ジャック126b とに分割配置している点である。

次に、第 4 の実施の形態を図 9 A～9 D に基づいて説明する。図 9 A は、第 2 の実施の形態の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図 9 B は側面断面図、図 9 C は図 9 A の Y-Y' 線に沿った上面断面図、図 9 D は図 9 A の X-X' 線に沿った上面断面図であり、図 6 A～6 C に示した第 3 の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

この実施の形態においては、レンズユニット141 を、レンズカバー142 内に配置した自由曲面プリズム143 と、自由曲面プリズム143 の前面上部レンズ面に間隔をおいて対向して配置された入射レンズとなる第 1 のレンズ144 と、自由曲面プリズム143 の背面下部レンズ面（装置本体後面側に向いた第 1 の光学面の下部）に間隔をおいて対向させて配置した可変形状ミラー145 と、自由曲面プリズム143 の前面下部レンズ面（装置本体前面側に向いた第 2 の光学面）に間隔をおいて対向させて配置した第 2 のレンズ146 と、該第 2 のレンズ146 に間隔をおいて

対向させ、裏面をレンズカバー142 より表出させて配置した、光学フィルタ147を有する撮像素子148 とで構成されている。なお、上記可変形状ミラー145 は、その一部に突出形成したボス部145aをレンズカバー142 に形成した穴部に係合させて、位置決め保持させるようになっている。また第1及び第2のレンズ144 , 146 及び光学フィルタ付きの撮像素子148 は、それぞれレンズカバー142 に形成されている段部で係合させて、位置決め保持されるようになっている。なお、撮像素子148 の撮像面は、装置本体101 の底面に対して、ほぼ垂直になるように配置されている。

そして、レンズユニット141 のレンズカバー142 の背面上部外側傾斜面には、ミラー基板112 が配設されており、また撮像素子148 の裏面、すなわちレンズカバー142 の装置本体前面側には撮像基板149 が配置されている。そして、可変形状ミラー145 に一端が接続されているミラーフレキシブル基板110 の一端はミラー基板112 に接続されている。また撮像基板149 に一端が接続されている撮像素子フレキシブル基板150 の他端は、背面基板121 に接続されている。なお、本実施の形態においては、底面基板が省略されていて、撮像基板149 には撮像回路等が搭載されており、背面基板121 には画像表示装置122 , CPU , メモリ、画像処理回路の他に、I/Fジャック126aやDCジャック126bなどの入出力ジャックや、媒体コネクタ128 , 媒体I/F回路、電源回路なども配置されている。

次に、このように構成されている第4の実施の形態における主要部であるレンズユニット部分の動作について説明する。レンズユニット141 の第1のレンズ144 を通って自由曲面プリズム143 の前面上部レンズ面を通過した軸上入射光線は、自由曲面プリズム143 の背面上部レンズ面で反射される。その反射光は自由曲面プリズム143 の前面中央レンズ面で更に反射され、背面下部レンズ面を通過して可変形状ミラー145 に到達する。可変形状ミラー145 に達した入射光は、可変形状ミラー145 のミラー面で反射され、再度自由曲面プリズム143 の背面下部レンズ面に入射して、該レンズ面を通過し、更に自由曲面プリズム143 の前面下部レンズ面を通過する。次いで、その入射光は第2のレンズ146 及び光学フィルタ

147 を通って撮像素子148 に入射し、光電変換される。

この際、可変形状ミラー145 への電圧印加を調整して、可変形状ミラー145 のミラー面の湾曲度を変え、撮像素子148 への合焦調整を行う。なお、この実施の形態では、単一の可変形状ミラーを用いているので、ズーム調整を行うことはできないが、単一の可変形状ミラーと2個のレンズを自由曲面プリズムに組み合わせてレンズユニットを構成しているので、レンズユニットの一層の小型化を図ることができる。

次に、第4の実施の形態の変形例を、図10A～10Dに基づいて説明する。図10Aは、この変形例の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図10Bは同じく装置本体の側面部分を除去して内部を示す側面図、図10Cは図10AのY-Y' 線に沿った上面断面図、図10Dは図10AのX-X' 線に沿った上面断面図であり、図9A～9Dに示した第4の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

図9A～9Dに示した第4の実施の形態は、レンズカバー142 と自由曲面プリズム143 と第1及び第2のレンズ144, 146 と可変形状ミラー145 と光学フィルタ付き撮像素子148 とからなるレンズユニット141 を、装置本体101 内に縦方向に配置したものを示した。この変形例は、レンズユニット141 を装置本体101 内に横方向に配置し、撮像装置の高さ方向寸法を低減できるように構成したものである。その他、この変形例が第4の実施の形態と異なる点は、マイクユニット119 の配置位置を変え、光学ファインダユニット136 の内部プリズムの形状を変えている点のみである。

次に、第5の実施の形態を図11A～11Dに基づいて説明する。図11Aは、第5の実施の形態の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図11Bは側面断面図、図11Cは図11AのY-Y' 線に沿った上面断面図、図11Dは図11AのX-X' 線に沿った上面断面図であり、図6A～6Cに示した第3の実施の形態と

同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

この実施の形態は、光学系として自由曲面プリズムの代わりに複数枚の通常のレンズからなる組み合わせレンズ群を用いたものである。すなわち、この実施の形態に係るレンズユニット151は、図12に示すような形態のレンズカバー152を備えている。そして、レンズカバー152の前面入射開口部には、第1のレンズ153が配設されており、第1のレンズ153と対向してレンズカバー152の背面上部には、第1の変形状ミラー154が傾斜させて配置されている。レンズカバー152の中央筒部内には、第2、第3及び第4の3つのレンズ155、156、157からなる組み合わせレンズ群が配設されている。また、レンズカバー152の底面部には第2の変形状ミラー158が配設されており、更にレンズカバー152の背面下部には、光学フィルタ159を前面に設けた撮像素子160を配設して、レンズユニット151を構成している。

そして、レンズユニット151を構成しているレンズカバー152の外部前面側には、ミラー駆動回路や温度補償用センサなどが実装されているミラー基板161が取り付けられている。該ミラー基板161には、第1の変形状ミラー154に一端が接続されている第1のミラーフレキシブル基板162、及び第2の変形状ミラー158に一端が接続されている第2のミラーフレキシブル基板163の各他端が、それぞれ接続されている。

この実施の形態のその他の構成、すなわち、上面基板115に、リリース釦116、ストロボユニット118、マイクユニット119が設けられていて、マイク回路やストロボ回路等が実装されている点や、背面基板121に画像表示装置122、I/Fジャック126a、DCジャック126b、媒体コネクタ28を備え、CPU、メモリ、撮像回路、画像処理回路、媒体I/F回路、電源回路等が実装されている点は、第3又は第4の実施の形態と同様である。

なお、図11A～11D及び図12において、164はミラー基板161と背面基板121

との間に接続されているミラー基板接続用フレキシブル基板で、また165 は撮像素子160 と背面基板121 との間に接続されている撮像素子フレキシブル基板であり、また130 は電池、136 はファインダーユニットである。

次に、このように構成されている第5の実施の形態における主要部であるレンズユニット部分の動作について説明する。レンズユニット151 の第1のレンズ153 を通って第1の変形状ミラー154 に入射した軸上入射光線は、第1の変形状ミラー154 のミラー面でほぼ直角方向に反射される。そして、その反射光はレンズカバー152 の中央部に配置された組み合わせレンズ群を通して第2の変形状ミラー158 に入射する。第2の変形状ミラー158 に入射した反射光はミラー面で再度反射され、光学フィルタ159 を通って撮像素子160 に入射し、光電変換される。

この際、第1の変形状ミラー154 への印加電圧の調整により主たる合焦調整が行われるが、第2の変形状ミラー158 を合わせて駆動することにより、より収差の少ない合焦が得られる。またズーム調整は、第1及び第2の変形状ミラー154 , 158 の調整により行われる。なお、この実施の形態では、自由曲面プリズムの代わりに複数の通常のレンズからなる組み合わせレンズ群を用いているので、レンズユニットの製作を容易にできる。

次に、第5の実施の形態の変形例を図13A～13Dに基づいて説明する。図13Aは、変形例の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図13Bは装置本体の側面部分を除去して内部を示す側面図、図13Cは図13AのY-Y' 線に沿った上面断面図、図13Dは図13AのX-X' 線に沿った上面断面図であり、図11A～11Dに示した第5の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

図11A～11Dに示した第5の実施の形態は、レンズカバー152 , 第1のレンズ153 , 第1及び第2の変形状ミラー154 , 158 と、3つのレンズ155 , 156 ,

157 からなる組み合わせレンズ群と、光学フィルタ付き撮像素子160 とからなるレンズユニット151 を、装置本体101 内に縦方向に配置したものを示した。この変形例は、レンズユニット151 を機器本体1内に横方向に配置し、撮像機器の高さ方向寸法を低減できるように構成したものである。その他、この変形例が第5の実施の形態と異なる点は、レンズユニット151 の横方向配置に伴い、ストロボユニット118 , マイクユニット119 , 光学ファインダユニット136 , I Fジャック126a, D Cジャック126b等の配置位置が異なる点のみである。

次に、第6の実施の形態を図14A～14Dに基づいて説明する。図14Aは、第6の実施の形態の装置本体の正面部分を除去して内部を示す正面図、図14Bは側面図断面図、図14Cは図14AのY-Y' 線に沿った上面断面図、図14Dは図14AのX-X' 線に沿った上面断面図であり、図11A～11Dに示した第4の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

この実施の形態は、レンズユニット151 を構成する撮像素子160 を、レンズカバー152 の前面側（入射側）の下部に、装置本体101 の底面に対してほぼ垂直になるように配置させて構成したものである。そして、このように構成されたレンズユニット151 では、第1のレンズ153 を通過し第1の可変形状ミラー154 で反射された軸上入射光線は、組み合わせレンズ群155 , 156 , 157 を通り、第2の可変形状ミラー158 で再び反射され、撮像素子159 に入射して光電変換されるようになっている。

この実施の形態においても、第1の可変形状ミラー154 で主たる合焦調整を行い、第2の可変形状ミラー158 も合わせて駆動することにより、収差の少ない合焦調整ができ、また第1及び第2の可変形状ミラー154 , 158 を同時に駆動することによりズーム調整を行うことができる。

次に、第7の実施の形態を図15に示す概略側面断面図に基づいて説明する。この実施の形態は、図9A～9Dに示した第4の実施の形態の構成を発展させたも

のである。すなわち、撮像素子の撮像面を装置本体底面に対してほぼ垂直になるように配置したものにおいて、可変形状ミラーを追加して２個用い、ズーム調整を行えるようにしたものである。図15において、図9に示した第4の実施の形態と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明は省略する。

この実施の形態においては、自由曲面プリズム143の背面上部レンズ（装置本体後面側に向いた第1の光学面の上部）に間隔をおいて対向させて第1の可変形状ミラー172を配置すると共に、同じく自由曲面プリズム143の背面下部レンズに間隔をおいて対向させて第2の可変形状ミラー173を配置している。そして、レンズユニット171の他の構成は、図9A～9Dに示した第4の実施の形態とほぼ同様であり、また自由曲面プリズム143、第1及び第2の可変形状ミラー172、173及び撮像素子148等のレンズカバー142に対する位置決め保持態様は、一部図示を省略しているが、図9A～9Dに示した第4の実施の形態と同様である。

このように構成された第7の実施の形態においては、レンズユニット171の第1のレンズ144を通して自由曲面プリズム143の前面上部レンズ面を通過した軸上入射光線は、自由曲面プリズム143の背面上部レンズ面を通して第1の可変形状ミラー172に入射して反射される。その反射光は、再び背面上部レンズ面を通過して自由曲面プリズム143の前面中央レンズ面で反射され、背面下部レンズ面を通して第2の可変形状ミラー173に入射して反射される。その反射光は、再び背面下部レンズ面を通して、次いで光学フィルタ147を介して撮像素子148に入射し、光電変換される。

この際、第1の可変形状ミラー172又は第1及び第2の可変形状ミラー172、173への印加電圧の調整により合焦調整を行い、第1及び第2の可変形状ミラー172、173の同時調整によりズーム調整を行うことができる。また、この実施の形態においても、レンズユニット171を装置本体101内に横方向に配置することにより、撮像装置の高さ寸法を低減するように構成することもできる。

なお、上記第3～第7の実施の形態においても、可変形状ミラーとして静電気力により駆動されるものを示してきたが、可変形状ミラーとしては静電気力により駆動されるものの他に、後で詳述する磁石と反射変形面に流す電流で生ずる電磁気力で駆動するもの（このタイプのものは反射変形面を凸形に変形させることもできる）、反射変形面に圧電材料を用いて圧電効果により変形させるもの等を用いてもよい。

また、上記各第3～第7の実施の形態では、撮像装置としてデジタルカメラに、本発明に係る光学系を適用した形態を説明したが、上記第3～第7の実施の形態で示した撮像用の光学系は、これに限らず、ビデオカメラやカメラ付き携帯電話機やPDAへの応用も可能である。

次に、第8の実施の形態について説明する。この実施の形態も、本発明に係る光学装置をデジタルカメラ等の電子撮像装置の撮像用光学系に適用したものである。図16に示されている電子撮像装置301は、光学装置の一例を備えているもので、この光学装置は、反射面の形状を電氣的制御で変形させフォーカシングをすることのできる可変形状ミラー409を備えている。このような、撮像用の光学系は、例えばTVカメラ、カムコーダ、監視用カメラ、ロボットの眼等にも用いることが可能であり、いずれの装置の場合にも、電源としては電池を用いることが要求されている。

この実施の形態で用いる可変形状ミラー409のミラー本体は、3層の膜、例えばポリイミドなどで製作された薄い基板409jと、その一方の面に例えばアルミコーティングなどで形成された薄い反射膜409aと、他方の面に薄く形成された電極409kとで構成されている。そして、電極409kと対向する面領域に配置されている複数の固定電極409bに対して、可変ミラー駆動回路310から異なる電圧を印加すると、静電気力によって、その印加電圧の分布状態に対応した形状に反射面が変形させられ、反射面の形状が変えられるようになっている。

この可変形状ミラー409 を取り付けられている枠体には、撮影対象となる被写体320 に向けられた凹レンズ315 と、凸レンズ316 と、絞り321 が取り付けられている。また、固体撮像素子408 の取り付けられている枠体には、2つの可動のプラスチックレンズ枠303 , 304 が配置され、それらの枠に変倍レンズ306 , プラスチックレンズ302 がそれぞれ取り付けられている。変倍レンズ306 は、凸レンズ317 , 非球面凸レンズ318 , 凹レンズ319 で構成されている。

ズーミング機構は、プラスチックレンズ枠303 に設けられたカムピン307Cと、プラスチックレンズ枠304 に設けられたカムピン307Bと、それらのカムピン307B , 307Cを挿入するカム溝を設けたカム板307Aと、カム板307Aを回転させるズームモータ307Dと、ズームモータ駆動回路307Eとで構成されている。そして、変倍レンズ306 の移動により変倍撮影を行い、プラスチックレンズ302 の動きによりピント移動を補償するようになっている。なお、ズームモータ307Dには、ステッピングモータが用いられている。

この電子撮像装置301 は、可変形状ミラー409 によるコントラスト方式のオートフォーカス機能を備えており、可変形状ミラー409 は次のように駆動される。マイクロコンピュータ311 は、ルックアップテーブル300 を参照しつつ、可変ミラー駆動回路310 を介して可変形状ミラー409 の固定電極409bに異なる電圧を加えて、反射膜409aを異なる形状に変形させ、予め何枚かの画像を撮像する。そして、マイクロコンピュータ311 は、固体撮像素子408 から電子回路312 を介して入力された複数枚の画像情報の中から高周波成分を取り出す。次いで、ルックアップテーブル300 の参照により、あるいはルックアップテーブル300 の中の数値の補間あるいは外挿によって、高周波成分が最大になる可変形状ミラーの駆動電圧を算出する。そして、その算出された駆動電圧を可変ミラー駆動回路310 を介して可変形状ミラー409 に印加して本撮像が行われる。なお、マイクロコンピュータ311 には、温度センサー415 と湿度センサー416 が接続されている。

このとき、参照するルックアップテーブル300 の一例が図17に示されている。

図示のように、ルックアップテーブル300 は、縦軸、横軸の一方を物体距離、他方をズーム状態とし、それぞれに対応する固定電極409bを構成する電極1, 2, 3に印加する各電圧を、データとして有しているものである。また、ズーム状態は、例えばズームモータ307Dに送られるパルス数によって検出され、各ズーム状態に対応する物体距離の数値によって、可変形状ミラー409 の固定電極409bを構成する電極1, 2, 3に加わる各電圧を変えればよい。なお、ズーム状態は、変倍レンズ306 の位置を検出するエンコーダで検出するようにしてもよい。

このようにして、固体撮像素子408 で撮像した画像は、電子回路312 で処理され、記憶装置313 に記憶される。また、表示装置314 に表示させることもできる。表示装置314 としては、CRTディスプレイであっても差し支えないが、通常の液晶ディスプレイ、反射・透過型兼用の液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等の方が消費電力が少ないので好ましい。

このような構成の本実施例において、可変形状ミラー409 と可変ミラー駆動回路310 で消費される電力は、通常のフォーカシング用レンズをモータで駆動する場合（0.3～5 W程度）に比べて、数分の1～数十分の1（数十mW～200mW）と小さい。したがって、ズームモータ駆動時（このとき、ズームモータ307D、ズームモータ駆動回路307Eで0.3～5 Wの電力を消費する）においても、可変形状ミラー409 によってオートフォーカス制御を行うことが可能になり、ビデオカメラあるいはデジタルカメラ等の電子撮像装置での動画撮影時に、ズーミングをしているときでも常にピントの合った動画が撮影できることになる。

また、このメリットは、ビデオカメラやデジタルカメラの場合だけでなく、図16に示した撮像用の光学系を、テレビカメラや映画用フィルムカメラ等に用いた場合にも得られる。但し、映画用フィルムカメラに用いる場合は、図16における固体撮像素子408 がフィルムに置き換わることになる。

本実施例におけるズームの制御についてのフローチャートを図18Aに示し、オ

オートフォーカス（AF）の制御についてのフローチャートを図18Bに示した。なお、図18Bに示したオートフォーカス制御のフローチャートにおいて、シャッターボタンの半押し時には、撮影は行わないがAF動作を行う。一方、シャッターボタンの全押し時には、撮影もAF動作も行われる。

また、本実施例は、動画撮影に限らず静止画撮影を行う場合でも、オートフォーカスを行いつつズーミングを行って、良いフレーミングになったときにシャッターを押せば、オートフォーカスのタイムラグがなく、ピントの合った画像が得られる。

一般にデジタルカメラ等では、撮影時に物体までの距離に応じて、光学系のモード切り換えを行っている。図16に示された電子撮像装置301によれば、そのような光学系のモード切り換えを必要としないようにすることが可能である。なぜならば、従来のように、モータを駆動源としたコントラスト方式のオートフォーカスを行う場合には、レンズの移動量が大きいため、全ての距離に対して迅速にオートフォーカスを行うことができない。そこで、例えば物体距離を無限遠から70cmまで（通常）と、70cmから20cmまで（マクロ）との2つの領域に分けて、使用者がどちらの距離に物体があるかを判断した上で、オートフォーカスのモードを選択し撮影していた。これに対し、本実施の形態のように、可変形状ミラー409を用いれば、3層の変形膜からなるミラー本体の変形速度は、数ms以下と速いので、全ての物体距離についてオートフォーカスが行えるからである。したがって、使用者によるマクロモードへの切り換えが不要になる。

なお、可変ミラー駆動回路310には、図19に示すように、コイルを用いた昇圧トランス310bをもつ昇圧回路310aを含ませるのが好ましい。特に積層型圧電トランスを用いると小型化できてよい。この昇圧回路は特に静電気力、圧電効果を用いる場合の可変形状ミラー、可変焦点レンズに有用である。なお、図19において、310cは整流用ダイオード、310dは平滑用コンデンサである。

また図16に示した本実施例の電子撮像装置には、必要な音声収録用のマイクロフォン325 と、マイクロフォン制御回路325Bを備えている。そして、このような構成にすると、動画や静止画の撮影中に音声の集録ができ、記憶装置313 に記録することが可能になる。すなわち、従来のように、フォーカシング用レンズをモータで駆動する場合には、ズルズルという騒音やジューッという騒音が出るため、オートフォーカスを行いつつ録音することはできなかった。これに対し、本実施例の場合には、可変形状ミラー409 のフォーカシング動作時に騒音を発生しないため、オートフォーカスを行いつつ録音することが可能になる。図20に、音声を集録しながら動画撮影を行う場合のフローチャートを示す。

上記実施の形態において、表示装置314 がオンになっているときには、表示装置314 には、固体撮像素子408 で撮像された画像が表示されている。そのため、例えば静止画像を撮影するときのファインダーのように、撮影時以外でも動画を表示し続けているようにすることができる。ところが、従来は、このような表示装置314 の使い方をしたとき、オートフォーカスを常時行っているようにすることができなかった。なぜなら、オートフォーカス用のモータの消費電力が大きく、電池の消耗が激しかったからである。

ところが、図16に示した本実施の形態に係る電子撮像装置301 の場合は、可変形状ミラー409 の消費電力が少ないため、表示装置314 を使用しているときにも、常時、オートフォーカスを行うことが可能となる。そのため、被写界中の物体距離が変わっても、表示装置314 には、常にピントの合った画像が表示されることになる。また、電子撮像装置には光学式ファインダーが設けられていることもあるが、表示装置314 に常にピントの合った画像が表示されることによって、そのような光学式ファインダーを設ける必要がなくなり、それにより撮像装置が小型・軽量になるというメリットもある。図21には、表示装置の動作中に、AF動作を行わせるように構成した場合の、動作を説明するためのフローチャートを示している。

なお、更に消費電力を減らすためには、表示装置314の使用時に常にオートフォーカス動作を行わせず、可変形状ミラー409に対して、常に遠方の距離（例えば70cm、あるいは1m以上）にピントが合うように、電圧を印加しておくようにすればよい。そうすれば、殆どの使用状態では表示装置314にボケのない画像が表示でき便利である。また、可変形状ミラー409に印加する電圧をオフにしても差し支えない。その場合には、撮影系のピントは無限遠又はその近傍に合うようになるので、殆どの使用状態では表示装置314にボケの少ない画像が表示され、実用に供せるものとなる。また、消費電力を減らすために、表示装置314がオフされ、且つオートフォーカスを行っていない場合には、可変ミラーへの通電を行わないようにするとよい。

また、先に説明したように、可変形状ミラー409を用いると、消費電力を低減することができるので、予備の電池を持ち歩かなくてもよくなるというメリットがある。そこで本実施例の場合は、図16に示されているように、電源回路340用の電源に充電式電池330を用いる。そして、その電池330を電子撮像装置301のボディ内に埋め込み、接点331だけをボディの外面に出すことによって、充電器332で随時充電して使うようにしている。このように構成したことによって、電池交換のための機械的部材（電池のフタ、ケース等）が不要になり、電子撮像装置301の小型・軽量化が可能になる。また、接点331をボディ外面に設けず、電磁誘導方式により充電器と非接触で電池330を充電できるように構成してもよく、そのようにすると、接点331が不要となるので、一層好適なものになる。また、充電式の電池を装置本体内に一体的に配設した場合、ユーザはその充電式電池を交換できないように配設することができる。

以上の各実施例においては、光学特性可変光学素子として、面形状可変光学素子（面形状の変化するミラー、レンズ、プリズム等）の1つである可変形状ミラーを用いたものを示したが、光学特性可変光学素子はこれに限るものではない。

次に、他の光学特性可変光学素子として、可変焦点レンズについて説明する。

図22は可変焦点レンズを示す概略構成図である。この可変焦点レンズ201 は、2つの透明電極202 に挟まれた、例えばシリコンゴムやアクリルエラストマー等の電歪材料203 を用いて構成されている。このように構成された可変焦点レンズ201 においては、透明電極202 への印加電圧が低いときには、図22に示すように、凸レンズとして作用し、印加電圧を上げると、図23に示すように、電歪材料203 が上下方向に伸びて左右方向に縮むので、焦点距離が伸びる。したがって、可変焦点レンズとして動作する。このような構成の可変焦点レンズによれば、大容量の電源を必要としないので、消費電力が小さくて済むというメリットがある。

図24は、可変焦点レンズを用いた可変焦点ミラーを示す概略図である。この可変焦点ミラー565 は、第1、第2の面566a, 566bを有する第1の透明基板566 と、第3、第4の面567a, 567bを有する第2の透明基板567 とを有する。第1の透明基板566 は、平板状又はレンズ状に形成して内面（第2の面）566bに透明電極513aを設ける。第2の透明基板567 は、内面（第3の面）567aを凹面状に形成して、該凹面上に反射膜568 を施し、更にこの反射膜568 上に透明電極513bを設ける。透明電極513a, 513b間には、高分子分散液晶層514 を設ける。これら透明電極513a, 513bを、スイッチ515 及び可変抵抗器519 を介して交流電源516 に接続して、高分子分散液晶層514 に交流電界を印加するようにする。なお、図24において、518 は微小な高分子セルで、セル内の液晶分子の図示は省略してある。

かかる構成の可変焦点ミラーによれば、透明基板566 側から入射する光線は、反射膜568 により高分子分散液晶層514 を折り返す光路を通るので、高分子分散液晶層514 の作用を2回受けさせることができると共に、高分子分散液晶層514 への印加電圧を変えることにより、反射光の焦点位置を変えることができる。なお、透明基板566 又は567 の内面を、回折格子状にして、高分子分散液晶層514 の厚さを薄くすることもできる。このようにすれば散乱光をより少なくできる利点を得られる。

図25は、可変焦点レンズを用いてデジタルカメラ用の撮像光学系を構成した構

成例を示す図である。この撮像光学系においては、物体（図示せず）の像を、絞り521，可変焦点レンズ511 及びレンズ522 を介して、例えばCCDよりなる固体撮像素子523 上に結像させる。なお、図25では液晶分子の図示を省略してある。かかる撮像光学系によれば、可変抵抗器519 により可変焦点レンズ511 の高分子分散液晶層514 に印加する交流電圧を調整して、可変焦点レンズ511 の焦点距離を変える。これにより、可変焦点レンズ511 及びレンズ522 を光軸方向に移動させることなく、例えば、無限遠から600mm までの物体距離に対して、連続的に合焦させることが可能となる。

また、上記の各実施例において示した可変形状ミラーとしては、静電気力を利用したもの他に、図26に示すような、圧電効果を有する材料等を用いて駆動するもの、あるいは図27に示すように電磁力で駆動するものがあり、これらの構成の可変形状ミラーも同様に用いてもよい。そこで、それらについて説明する。

まず図26は、圧電効果を有する材料を用いて形成したミラー本体を駆動するようにした、可変形状ミラー409 の例を示す概略構成図である。この構成例の可変形状ミラーにおいては、アルミなどからなる反射膜409aと電極409bとの間に圧電素子409cが介装されていて、これらによりミラー本体が形成され、このミラー本体が支持台423 上に配置されている。そして、圧電素子409cに加わる電圧を各電極409b毎に変えることにより、圧電素子409cに部分的に異なる伸縮を生じさせて、ミラー本体の形状を変えることができるようになっている。電極409bの形状は同心状に分割した形態であってもよいし、矩形状に分割した形態であってもよく、その他、適宜の形態のものを選択することができる。

図26中、符号424 は演算装置414 に接続された振れ（ブレ）センサーであって、デジタルカメラの振れを検知する。そして、振れによる像の乱れを補償するようにミラー本体を変形させるため、演算装置414 及び可変抵抗器411 を介して電極409bに印加される電圧を変化させる。このとき、温度センサー415，湿度センサー416 及び距離センサー417 からの信号も同時に考慮され、ピント合わせ、温

・湿度補償等が行われる。この場合、反射膜409aには圧電素子409cの変形に伴う応力が加わるので、反射膜409aの厚さは、ある程度厚めに作って相応の強度を持たせるようにするのがよい。

次に、図27は、電磁力で駆動する可変形状ミラー409 の構成例を示す概略構成図である。この構成例の可変形状ミラーは、電磁気力を利用して反射面（ミラー本体）の形状を変化させ得るようにしたものである。すなわち、支持台423 の内部底面上には永久磁石426 が配置されており、支持台423 の頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等からなる可撓性基板409eの周縁部が載置固定されている。可撓性基板409eの表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜409aが付設されていて、可撓性基板409eの下面には複数のコイル427 が配設されており、このコイルを備えた可撓性基板409eと薄膜409aとでミラー本体を構成している。そして、これらのコイル427 は、それぞれ駆動回路428 を介して演算装置414 に接続されている。

したがって、各センサー415 , 416 , 417 , 424 からの信号に基づいて演算装置414 において求められている光学系の変化に対応した演算装置414 からの出力信号により、各駆動回路428 から各コイル427 にそれぞれ適当な電流が供給される。これにより、永久磁石426 との間に働く電磁気力で各コイル427 は反発又は吸引され、可撓性基板409e及び薄膜409aからなるミラー本体を変形させる。この場合、各コイル427 には、それぞれ異なる値の電流を流すようにすることもできる。また、コイル427 は1個だけ設けてもよいし、また永久磁石426 を可撓性基板409eに付設し、コイル427 を支持台423 の内部底面側に設けるようにしてもよい。また、コイル427 はリソグラフィー等の手法で作成するのがよく、更にコイル427 には強磁性体よりなる鉄心を入れるようにしてもよい。

なお、上記第8の実施例では、電源として充電式電池を用いた場合で説明したが、使い捨ての乾電池を用いてもよい。また、電池と商用電源（AC 100V, 200V等）とを併用できるようにしてもよい。

以上実施の形態に基づいて説明したように、本発明の第1のアスペクトによれば、可変形状ミラーユニットとレンズとの組み合わせで小型化を図ると共に、ミラー保持部を介してレンズに可変形状ミラーユニットを容易に保持させることができ、レンズと可変形状ミラーユニットの相対位置精度を向上させることができる。また第1のアスペクトによれば、小型化を図ると共に、レンズと可変形状ミラーユニットと撮像素子の相対位置精度を向上させた撮像装置用の光学装置を実現することができる。また第1のアスペクトによれば、少なくとも一部に自由曲面が形成されたプリズムでレンズを構成することにより、光学装置の一層の小型化を図ることができる。また第1のアスペクトによれば、可変形状ミラーユニットの反射面が外部から遮蔽されるようにレンズに保持することにより、可変形状ミラーユニットの反射面の専用の遮蔽部品が不要となると共に、可変形状ミラーユニットの反射面へのゴミの付着等が防止され、取り扱い上有利となる。また第1のアスペクトによれば、可変形状ミラーユニットを保持したレンズを、保護ケース内に容易に位置決め保持することができる。また第1のアスペクトによれば、可変形状ミラーユニットを保持したレンズを、当該光学装置を適用する撮像装置に容易に位置決めして取り付けると共に、撮像装置の小型化に寄与することができる。また第1のアスペクトによれば、小型化を図ると共にレンズと可変形状ミラーユニットの相対位置精度を向上させた光学装置において、低消費電力で且つ駆動音を発生させずに焦点調整を行うことができる。また第1のアスペクトによれば、小型化を図ると共にレンズと可変形状ミラーユニットの相対位置精度を向上させた光学装置において、低消費電力で且つ駆動音を発生させずにズーム比を調整することができる。

本発明の第2のアスペクトによれば、2つの可変形状ミラーと撮像素子とを、自由曲面プリズムの対向する2つの光学面に分担させて配置するようにしているので、小型化された効率的なレイアウトの光学装置を備えた撮像装置を実現することができる。また第2のアスペクトによれば、撮像装置の薄型化に寄与することができる。また第2のアスペクトによれば、自由曲面レンズの光学面が形成されていない面側を有効に利用した小型化された光学装置が得られる。

本発明の第3のAspectによれば、可変形状ミラーと撮像素子とを、自由曲面レンズの対向する2つの光学面に分担させて配置するようにしているので、小型化された効率的なレイアウトの光学装置を備えた撮像装置を実現することができる。

本発明の第4及び第5のAspectによれば、撮像装置の薄型化を図ることができる。

本発明の第6のAspectによれば、小型化された効率的なレイアウトで光学倍率を調整することができる光学装置を備えた撮像装置を実現することができる。

本発明の第2～第6のAspectによれば、光学装置は撮像装置本体において縦向きの配置とすることができ、撮像装置の幅寸法を低減することができる。また第2～第6のAspectによれば、光学装置は撮像装置本体において横向きの配置とすることができ、撮像装置の高さ寸法を低減することができる。また第2～第6のAspectによれば、小型化と共に薄型化を図った撮像装置において、低消費電力で且つ駆動音を発生させずに焦点調整を行うことができる。また第2～第6のAspectによれば、小型化と共に薄型化を図った撮像装置において、低消費電力で且つ駆動音を発生させずに光学倍率を調整することができる。

本発明の第7のAspectによれば、ズーム調整時においてもフォーカス制御を同時に行うことが可能な撮像装置を実現することができる。

また本発明の第8のAspectによれば、フォーカス制御あるいはズーム調整を行いながら音声入りの撮影を行うことが可能な撮像装置を実現することができる。

また本発明の第9のAspectによれば、撮影画像の表示を行いながらフォー

カス制御を同時に行うことが可能な撮像装置を実現することができる。

また本発明の第10のAspectによれば、撮影画像の表示中にフォーカス制御を行わない場合は、光学特性可変光学素子に通電を行わなくてもよく、一層の消費電力の低減を図ることができる。

また本発明の第11のAspectによれば、光学特性可変光学素子は変形速度が速いので、マクロモードの切り換え操作なしに、通常撮影からマクロ撮影まで行うことが可能な光学装置を実現することができる。

また本発明の第12のAspectによれば、充電式の電池を装置本体内に一体化されて配置されているので、電池交換のための機構的な部材を必要とせず、小型・軽量化を図った光学装置を実現できる。

クレーム

1. 入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることができる可変形状ミラーユニットと、
入射光を内部に導くレンズとを備え、
該レンズには、前記可変形状ミラーユニットを保持するミラー保持部が形成されていることを特徴とする光学装置。

2. 前記レンズを通過した光を光電変換する撮像素子を備え、前記レンズには、更に前記撮像素子を保持する撮像素子保持部が形成されていることを特徴とする請求項1に係る光学装置。

3. 前記レンズは、少なくとも一部に自由曲面が形成されたプリズムであることを特徴とするクレーム1に係る光学装置。

4. 前記可変形状ミラーユニットは、その反射面が外部から遮蔽されるように、前記レンズに保持されていることを特徴とするクレーム1に係る光学装置。

5. 前記レンズ及び該レンズに保持された前記可変形状ミラーユニットを内部に保護するケースを備え、前記レンズには、前記ケースとの当接部が形成されていることを特徴とするクレーム1に係る光学装置。

6. 前記レンズには、当該光学装置を適用する撮像装置に取り付けるための取付け部が形成されていることを特徴とするクレーム1に係る光学装置。

7. 前記可変形状ミラーユニットは、前記反射面の形状によって入射光の合焦位置を調整することを特徴とするクレーム1に係る光学装置。

8. 前記可変形状ミラーユニットは、前記反射面の形状によってズーム比を

調整することを特徴とするクレーム 1 に係る光学装置。

9. 撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、
前記光学装置は、反射面の形状を通電によって変形させることができる第 1 及び第 2 の可変形状ミラーと、対向する 2 つの面を光学面とする自由曲面プリズムと、前記第 1 及び第 2 の可変形状ミラーと自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、
撮像装置本体前面側より入射した光を反射する前記第 1 の可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体後面側に向いた第 1 の光学面に設け、
前記第 1 の可変形状ミラーによる反射光を更に反射する前記第 2 の可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体前面側に向いた第 2 の光学面に設け、
前記第 2 の可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記自由曲面プリズムの第 1 の光学面に、前記第 1 の可変形状ミラーに対して上下方向に並置させて設けたことを特徴とする撮像装置。

10. 少なくとも前記第 1 又は第 2 の可変形状ミラーのいずれかが、その反射面の外周縁を含む平面が当該撮像装置本体底面に対して略垂直になるように、設けられていることを特徴とするクレーム 9 に係る撮像装置。

11. 前記撮像素子の撮像面が、当該撮像装置本体底面に対して垂直方向寄りに傾斜させて配置されていることを特徴とするクレーム 9 に係る撮像装置。

12. 前記撮像素子と前記撮像装置本体後面外装との間に、電気基板を設けたことを特徴とするクレーム 9 に係る撮像装置。

13. 少なくとも前記第 1 又は第 2 の可変形状ミラーの駆動用回路が設けられた電気基板を、前記自由曲面プリズムの光学面が形成されていない面側に備えた

ことを特徴とするクレーム1に係る撮像装置。

14. 撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、
前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる可変形状ミラーと、対向する2つの面が光学面である自由曲面プリズムと、前記可変形状ミラー及び自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、
撮像装置本体前面側より入射した光を反射する前記可変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち前記撮像装置本体後面側に向いた第1の光学面に設け、
前記可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体前面側に向いた第2の光学面に設けたことを特徴とする撮像装置。

15. 前記撮像素子の撮像面が、当該撮像装置本体底面に対してほぼ垂直となるように配置されていることを特徴とするクレーム14に係る撮像装置。

16. 撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、
前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第1及び第2の可変形状ミラーと、レンズと、前記第1及び第2の可変形状ミラーとレンズによって結像された光を光電変換する撮像素子とを備え、
前記第1の可変形状ミラーによって、撮像装置本体前面側より入射した光は略直角方向に反射させられ、前記第1の可変形状ミラーによる前記反射光は更に前記第2の可変形状ミラーによって前記撮像装置本体後面側に反射させられるように構成し、
且つ、前記第2の可変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体後面側になるような位置に設けたことを特徴とする撮像装置。

17. 撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、
前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第1及び第2の可変形状ミラーと、レンズと、前記第1及び第2の可変形状ミラーとレン

ズによって結像された光を光電変換する撮像素子とを備え、
前記第1の変形状ミラーによって、撮像装置本体前面側より入射した光は略直角方向に反射させられ、前記第1の変形状ミラーによる前記反射光は更に前記第2の変形状ミラーによって前記撮像装置本体の前面側に反射させられるように構成し、
且つ、前記第2の変形状ミラーによる反射光を受光する前記撮像素子は、前記撮像装置本体前面側になるような位置に設けたことを特徴とする撮像装置。

18. 前記撮像素子の撮像面が、当該撮像装置本体底面に対して略垂直となるように配置されていることを特徴とするクレーム17に係る撮像装置。

19. 前記第1及び第2の変形状ミラー間の光路中に前記レンズを設けたことを特徴とするクレーム16に係る撮像装置。

20. 前記第1及び第2の変形状ミラー間の光路中に前記レンズを設けたことを特徴とするクレーム17に係る撮像機器。

21. 撮像用の光学装置を備えた撮像装置において、
前記光学装置は、反射面の形状を通电によって変形させることができる第1及び第2の変形状ミラーと、対向する2つの面を光学面とする自由曲面プリズムと、前記第1及び第2の変形状ミラーと自由曲面プリズムにより導かれた光を受光する撮像素子とを備え、
前記第1の変形状ミラーは、前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体後面側に向いた第1の光学面に、撮像装置本体前面側より入射した光を反射するように配置し、前記第2の変形状ミラーは、前記第1の光学面に、前記第1の変形状ミラーで反射されてから更に前記自由曲面プリズムの光学面のうち撮像装置本体前面側に向いた第2の光学面で反射された光を、撮像装置本体前面方向に反射するように配置し、
前記撮像素子は、前記第2の光学面に、前記第2の変形状ミラーで反射された

反射光を受光するように配置したことを特徴とする撮像装置。

22. 前記光学装置に対する入射光軸と撮像素子に対する入射光軸を含む平面が、当該撮像装置本体の底面に垂直となるように、前記光学装置が配置されていることを特徴とするクレーム 9, 14, 16, 17, 21のいずれか 1 項に係る撮像装置。

23. 前記光学装置に対する入射光軸と撮像素子に対する入射光軸を含む平面が、当該撮像装置本体の底面に平行となるように、前記光学装置が配置されていることを特徴とするクレーム 9, 14, 16, 17, 21のいずれか 1 項に係る撮像装置。

24. 前記可変形状ミラーは、前記反射面の形状によって合焦位置を調整することを特徴とするクレーム 9, 14, 16, 17, 21のいずれか 1 項に係る撮像装置。

25. 前記可変形状ミラーは、前記反射面の形状によって光学倍率を調整することを特徴とするクレーム 9, 16, 17, 21のいずれか 1 項に係る撮像装置。

26. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、ズームレンズと、前記光学特性可変光学素子とズームレンズを通過した入射光を光電変換する撮像素子とを備え、
前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整と、ズームレンズによるズーム調整とを同時に行うように構成したことを特徴とする撮像装置。

27. 動画撮影時に、前記合焦位置の調整とズーム調整とを同時に行うことを特徴とするクレーム 26に係る撮像装置。

28. 静止画撮影時に、前記合焦位置の調整とズーム調整とを同時に行うことを特徴とするクレーム 26に係る撮像装置。

29. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、音声を経電信号に変換するマイクロホンと、前記撮像素子からの撮像信号と前記マイクロホンからの音声信号とを記録する記録部とを備え、

前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整あるいはズーム調整を行いながら、音声入りの撮影を行うことを特徴とする撮像装置。

30. 前記音声入りの撮影は、音声入りの動画撮影であることを特徴とするクレーム29に係る撮像装置。

31. 前記音声入りの撮影は、音声入りの静止画撮影であることを特徴とするクレーム29に係る撮像装置。

32. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、該撮像素子から得られた撮像信号を画像として表示する表示装置とを備え、
該表示装置に撮影画像を表示しながら、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整を行うことを特徴とする撮像装置。

33. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子を通過した入射光を光電変換する撮像素子と、該撮像素子から得られた撮像信号を画像として表示する表示装置とを備え、
該表示装置に撮影画像を表示中に、前記光学特性可変光学素子による入射光の合焦位置の調整を行わない場合は、前記光学特性可変光学素子を無限遠あるいは遠方にピントが合うように設定することを特徴とする撮像装置。

34. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子を備え、該光学特性可変光学素子により入射光の合焦位置の調整を行うようにした光学装置において、マクロモードへの切り換えを行わずに、通常撮影からマクロ撮影まで行え

るようにしたことを特徴とする光学装置。

35. 通電により光学特性を可変可能な光学特性可変光学素子と、該光学特性可変光学素子に通電を行うための充電式の電池を備えた光学装置において、前記充電式電池は、前記光学装置の装置本体内に、該装置本体と一体化されて配置されていることを特徴とする光学装置。

36. 前記光学装置の装置本体の外面に、前記充電式電池の充電用接点を備えていることを特徴とするクレーム35に係る光学装置。

37. 前記充電式電池を充電するための電磁誘導型充電部を備え、外部より電磁誘導によって前記充電式電池を充電可能に構成されていることを特徴とするクレーム35に係る光学装置。

38. 装置本体内に一体化されて配置されている充電式電池は、ユーザが交換できないように配置されていることを特徴とするクレーム35に係る光学装置。

39. 前記光学特性可変光学素子は、可変焦点レンズであることを特徴とするクレーム26、29、32、33のいずれか1項に係る撮像装置。

40. 前記光学特性可変光学素子は、可変焦点レンズであることを特徴とするクレーム34又は35に係る光学装置。

41. 前記光学特性可変光学素子は、入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることの可能な可変形状ミラーであることを特徴とするクレーム26、29、32、33のいずれか1項に係る撮像装置。

42. 前記光学特性可変光学素子は、入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることの可能な可変形状ミラーであることを

特徴とするクレーム34又は35に係る光学装置。

アブストラクト

入射光を反射させる反射面を有し、該反射面の形状を通電によって変形させることができる可変形状ミラーユニットと、入射光を内部に導くレンズとを備え、該レンズには、前記可変形状ミラーユニットを保持するミラー保持部を形成して光学装置を構成する。